

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-268718
 (43)Date of publication of application : 20.09.2002

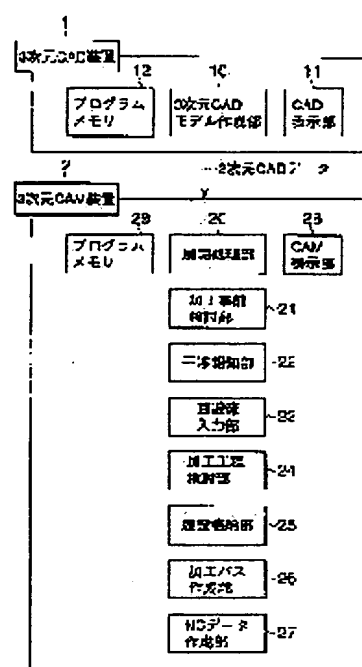
(51)Int.Cl. G05B 19/4097
 G06F 17/50

(21)Application number : 2001-069359 (71)Applicant : TOSHIBA CORP
 (22)Date of filing : 12.03.2001 (72)Inventor : MIYAZAKI KOICHI
 OUCHI NOBORU

(54) METHOD FOR PREPARING WORKING PATH AND THREE- DIMENSIONAL CAM DEVICE AND COMPUTER READABLE STORAGE MEDIUM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prepare an optimal working path for working a component having a plurality of working sites by using a plurality of working attitudes and a plurality of working machines.
 SOLUTION: A three-dimensional CAM device 2 for preparing a working path for working a piece to be worked based on the three-dimensional CAD data of a component is provided with a working process checking part 2 for deciding a working process list by extracting all working sites from the three-dimensional CAD data, and editing and optimizing at least working features and working directions based on the shape characteristics of the extracted working sites.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-268718

(P2002-268718A)

(43) 公開日 平成14年9月20日 (2002.9.20)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テ-マコ-ト* (参考)

G 0 5 B 19/4097

G 0 5 B 19/4097

C 5 B 0 4 6

G 0 6 F 17/50

6 0 1

G 0 6 F 17/50

6 0 1 D 5 H 2 6 9

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2001-69359(P2001-69359)

(22) 出願日 平成13年3月12日 (2001.3.12)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

東京都港区芝浦一丁目1番1号

(72) 発明者 宮崎 耕一

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株式会社東芝生産技術センター内

(72) 発明者 大内 昇

栃木県大田原市下石上1385番の1 株式会社東芝那須工場内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

Fターム(参考) 5B046 AA05 BA08 CA04 DA08 EA03

KA05

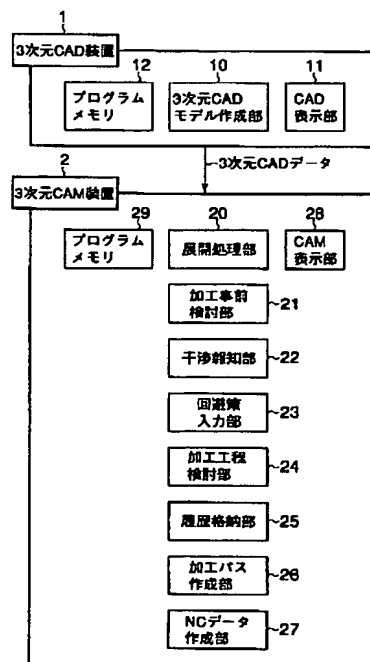
5H269 AB01 AB19 BB08 BB14 QD10

(54) 【発明の名称】 加工パス作成方法、3次元CAM装置及びコンピュータにより読み取り可能な記憶媒体

(57) 【要約】

【課題】複数の加工部位を有する部品の加工に対して、複数の加工姿勢及び複数の加工機械を使用して加工するための最適な加工パスを作成する。

【解決手段】部品の3次元CADデータに基づいて被加工物を加工するための加工パスを作成する3次元CAM装置2に、3次元CADデータから全ての加工部位を抽出し、この抽出された加工部位の形状特徴に基づいて少なくとも加工フィーチャー及び加工方向を編集・最適化して加工工程リストを決定する加工工程検討部24を備えた。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 部品の 3 次元 CAD データに基づいて被加工物を加工するための加工パスを作成する加工パス作成方法において、

前記 3 次元 CAD データが示す形状における全ての加工部位についての加工情報を抽出し、この抽出された加工情報を編集して加工工程を決定し、この決定された加工工程に基づいて前記加工パスを作成することを特徴とする加工パス作成方法。

【請求項 2】 前記編集する項目は、前記加工フィーチャー及び前記加工方向の変更、前記加工工程上の順番の変更、複数の前記加工フィーチャーを結合して別の加工フィーチャーの作成、前記加工工程及び段取りに基づいて前記加工工程別に前記加工フィーチャーの並び替え、前記加工工程別に加工機械の指定のうち少なくともいずれか 1 つであることを特徴とする請求項 1 記載の加工パス作成方法。

【請求項 3】 前記編集を行なう際の加工部位毎の経過情報を履歴情報化してデータベースに格納することを特徴とする請求項 1 記載の加工パス作成方法。

【請求項 4】 前記加工パスから作成された NC データに従った前記加工機械による実加工の結果に応じて変更した履歴情報をデータベースに追記することを特徴とする請求項 1 記載の加工パス作成方法。

【請求項 5】 部品の 3 次元 CAD データに基づいて被加工物を加工するための加工パスを作成する 3 次元 CAM 装置において、

前記 3 次元 CAD データが示す形状における全ての加工部位についての加工情報を抽出し、この抽出された加工情報を編集して加工工程を決定する加工工程検討手段、を具備したことを特徴とする 3 次元 CAM 装置。

【請求項 6】 前記加工工程検討手段は、前記加工フィーチャー及び前記加工方向の変更、前記加工工程上の順番の変更、複数の前記加工フィーチャーを結合して別の加工フィーチャーの作成、前記加工工程及び加工姿勢に基づいて前記加工工程別に前記加工フィーチャーの並び替え、又は前記加工工程別に加工機械の指定のうち少なくとも 1 つを編集項目とする機能を有することを特徴とする請求項 5 記載の 3 次元 CAM 装置。

【請求項 7】 前記加工工程検討手段は、前記 3 次元 CAD データから抽出された複数の前記加工部位に対し、これら加工部位の形状特徴から前記加工方向を決定し、この加工方向に基づいて少なくとも前記部品を加工するための工具と前記加工部位との干渉の有無及び加工姿勢の回数を判断し、前記加工部位に対する前記加工方向及び加工方法の変更を行い、かつ複数の加工姿勢及び工程を経て加工される前記部品に対して最適な加工姿勢及び前記加工工程を決定する機能を有することを特徴とする請求項 5 記載の 3 次元 CAM 装置。

【請求項 8】 部品の 3 次元 CAD データに基づいて被

加工物を加工するための加工パスを作成するときに、前記 3 次元 CAD データから全ての加工部位を抽出させ、これら加工部位の形状特徴に基づいて少なくとも加工フィーチャー及び加工方向を編集・最適化させて加工工程を決定させ、この決定された加工工程に基づいて前記加工パスを作成させるプログラムを記憶することを特徴とするコンピュータにより読み取り可能な記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、3 次元 CAD モデルから抽出した複数の加工部位を最適な加工姿勢（段取り）及び加工工程（加工順番）で加工するための加工パス作成方法、3 次元 CAM 装置及びコンピュータにより読み取り可能な記憶媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】製品開発における製品設計から製造までの各工程には、2 次元又は 3 次元 CAD/CAM システムが活用されている。この製品開発の工程は、先ず、設計部門において 3 次元 CAD 装置を用いて設計者の対話形式により製品の設計が行われ、その 3 次元 CAD モデル（製品モデル）が作成される。この 3 次元 CAD モデルの 3 次元 CAD データは、IGES 又は STEP 等の規格化されたデータ交換フォーマットにより変換されて 3 次元 CAM 装置に渡される。

【0003】これと共に、設計者により 3 次元 CAD 装置を用いて製品の形状を 2 次元の図面（設計図面）に変換し、この 2 次元図面上に寸法やザグリ、穴加工などの加工法案（以下、CAM 装置においては加工フィーチャーと称する）、表面粗さなどの付加情報を記入することにより 2 次元図面が作成される。

【0004】一方、3 次元 CAM 装置は、3 次元 CAD 装置から 3 次元 CAD データを受け取り、この 3 次元 CAD データに対して製造技術者との対話形式により 2 次元図面を参照して加工部位、加工フィーチャー、表面粗さなどの付加情報が付加入力される。この 3 次元 CAM 装置は、加工部位、加工フィーチャー、表面粗さなどの付加情報が付加された 3 次元 CAD データから製品の展開データなどを求め、この展開データに基づいて NC 加工機における工具、例えば低精度ツターのパス（加工パス：工具軌跡（CL）データ）を計算し、この加工パスから NC 加工機を動作させて NC 加工を行うための NC データを作成する。

【0005】このような 2 次元又は 3 次元 CAD/CAM システムでは、NC データを作成する場合、個々の加工部位に対して製造技術者が穴加工、輪郭加工、ポケット加工、面加工等の加工フィーチャー、及び使用する工具、加工条件として例えば工具の回転数、テーブル移動速度、切り込み量、その他を考慮して、3 次元 CAM 装置に対してこれらの項目を対話形式で設定し、加工パスを作成している。

【0006】一方、2次元の加工工程の自動選択の機能を備えたCAMシステムがある。このCAMシステムでは、加工フィーチャーを指定すれば、予め登録してある工具、加工条件を自動選択して加工パスを作成する機能を備えている。

【0007】さらに、3次元CADデータを取り扱える3次元CAMシステムでは、複数の加工部位を自動抽出し、個々の加工部位の加工フィーチャーを自動判定して、予め登録されている加工工具、加工条件を自動選択して加工パスを作成する機能を備えている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】通常、1つの部品を加工する場合、その部品には、加工部位の個数、その種類とも複数ある。これら加工部位を加工するためには、複数の加工姿勢を使用するための段取りを必要とし、複数の加工機械を使用する必要がある。

【0009】しかしながら、上記2次元及び3次元CAD/CAMシステムでは、個々の加工部位に対する加工パスを対話形式又は自動で作成することはできるが、複数の加工部位を複数の工具、複数の加工姿勢、複数の加工機械を使用して加工するための加工手順を作成することはできない。

【0010】そこで、製造技術者は、加工パス作成の前に、部品に対する加工部位を全て把握すると共に、使用する加工機械を検討している。そして、全ての加工部位を加工するための加工姿勢と、使用する加工機械を検討して作成した加工フィーチャーとを元にして個々の加工部位の各加工パスを作成し、これら加工パスを連結して一連の加工に対する加工パスを作成している。

【0011】このため、加工フィーチャーを検討する作業に多くの時間と労力がかかっている。又、個々の加工部位の中では工具の干渉は検討されているが、他の加工部位へ移るときに工具干渉が発生したり、この工具干渉を避けるために無駄な動きをさせる場合もある。

【0012】加工パス作成前に製造技術者が検討する加工法案は、その製造技術者の技量や経験（ノウハウ）に基づいて作成されるため、製造技術者によって指定する加工法案に差が生じる。さらに、後になって別の製造技術者が何故そのような加工法案を作成したのか分からない場合がある。

【0013】一方、2次元の加工工程の自動選択の機能を備えたCAMシステムでは、このシステムで対応できるのは部品形状として平面的な形状で、加工フィーチャーとしては穴加工又は簡単な形状加工に限定される。従って、このCAMシステムでは、上記の如く複数の工具、複数の加工姿勢、複数の加工機械を使用して複数の加工部位を加工することには対応できない。

【0014】3次元CADデータを取り扱える3次元CAMシステムでは、加工部位の自動抽出と加工フィーチャーの選定まではできるが、加工工程の編集及び加工機

械の選定等はできない。

【0015】そこで本発明は、複数の加工部位を有する部品の加工に対して、複数の加工姿勢及び複数の加工機械を使用して加工するための最適な加工パスの作成を補助できる加工パス作成方法、3次元CAM装置を提供することを目的とする。

【0016】又、本発明は、複数の加工部位を有する部品の加工に対して、複数の加工姿勢及び複数の加工機械を使用して加工するための最適な加工パスを作成するためのプログラムを記憶したコンピュータにより読み取り可能な記憶媒体を提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】請求項1記載による本発明は、部品の3次元CADデータに基づいて被加工物を加工するための加工パスを作成する加工パス作成方法において、前記3次元CADデータが示す形状における全ての加工部位についての加工情報を抽出し、この抽出された加工情報を編集して加工工程を決定し、この決定された加工工程に基づいて前記加工パスを作成することを特徴とする加工パス作成方法である。

【0018】請求項2記載による本発明は、請求項1記載の加工パス作成方法において、前記編集する項目は、前記加工フィーチャー及び前記加工方向の変更、前記加工工程上の順番の変更、複数の前記加工フィーチャーを結合して別の加工フィーチャーの作成、前記加工工程及び段取りに基づいて前記加工工程別に前記加工フィーチャーの並び替え、前記加工工程別に加工機械の指定のうち少なくともいずれか1つであることを特徴とする。

【0019】請求項3記載による本発明は、請求項1記載の加工パス作成方法において、前記編集を行なう際の加工部位毎の経過情報を履歴情報化してデータベースに格納することを特徴とする。

【0020】請求項4記載による本発明は、請求項1記載の加工パス作成方法において、前記加工パスから作成されたNCデータに従った前記加工機械による実加工の結果に応じて変更した履歴情報をデータベースに追記することを特徴とする。

【0021】請求項5記載による本発明は、部品の3次元CADデータに基づいて被加工物を加工するための加工パスを作成する3次元CAM装置において、前記3次元CADデータが示す形状における全ての加工部位についての加工情報を抽出し、この抽出された加工情報を編集して加工工程を決定する加工工程検討手段を具備したことを特徴とする3次元CAM装置である。

【0022】請求項6記載による本発明は、請求項5記載の3次元CAM装置において、前記加工工程検討手段は、前記加工フィーチャー及び前記加工方向の変更、前記加工工程上の順番の変更、複数の前記加工フィーチャーを結合して別の加工フィーチャーの作成、前記加工工程及び加工姿勢に基づいて前記加工工程別に前記加工フ

ィーチャーの並び替え、又は前記加工工程別に加工機械の指定のうち少なくとも1つを編集項目とする機能を有することを特徴とする。

【0023】請求項7記載による本発明は、請求項5記載の3次元CAM装置において、前記加工工程検討手段は、前記3次元CADデータから抽出された複数の前記加工部位に対し、これら加工部位の形状特徴から前記加工方向を決定し、この加工方向に基づいて少なくとも前記部品を加工するための工具と前記加工部位との干渉の有無及び加工姿勢の回数を判断し、前記加工部位に対する前記加工方向及び加工方法の変更を行い、かつ複数の加工姿勢及び工程を経て加工される前記部品に対して最適な加工姿勢及び前記加工工程を決定する機能を有することを特徴とする。

【0024】請求項8記載による本発明は、部品の3次元CADデータに基づいて被加工物を加工するための加工パスを作成するときに、前記3次元CADデータから全ての加工部位を抽出させ、これら加工部位の形状特徴に基づいて少なくとも加工フィチャー及び加工方向を編集・最適化させて加工工程を決定させ、この決定された加工工程に基づいて前記加工パスを作成させるプログラムを記憶することを特徴とするコンピュータにより読み取り可能な記憶媒体である。

【0025】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施の形態について図面を参照して説明する。

【0026】図1は3次元CAD/CAMシステムを適用したNC加工システムの全体構成図である。このNC加工システムは、3次元CAD装置1、3次元CAM装置2、CAD/CAMファイルサーバ3、データ転送システム(DNC)4及びNC加工機5を備え、これらが通信回線6を介して相互に接続されている。このうちCAD/CAMファイルサーバ3には、NCデータを保管するための加工データベース7が接続されている。又、NC加工システムには、通信回線6に対して後述する加工検討データベース8が接続されている。

【0027】図2は3次元CAD装置1及び3次元CAM装置2の機能ブロック図である。3次元CAD装置1は、製品の3次元CADモデルをソリッドモデリングによって設計し、この3次元CADモデルの3次元CADデータをIGES又はSTEP等のデータ交換フォーマットにより変換して3次元CAM装置2に送るもので、3次元CADモデル作成部10、CAD表示部11、プログラムメモリ12を有している。

【0028】3次元CADモデル作成部10は、3次元設計専用のプログラムを用いてオペレータとの対話形式によって3次元CADモデルをモデリングしながら製品の設計を行う機能を有している。この製品設計では、3次元CAD装置1に予め登録されている複数の3次元CADモデルの中から所望の3次元CADモデルを読み出

すなどの操作を行うことによって行われる。

【0029】この設計中の製品の3次元CADモデルは、オペレータとの対話形式の操作とともにディスプレイ等のCAD表示部11に表示されるようになっている。

【0030】プログラムメモリ12は、コンピュータにより読み取り可能なものである。このプログラムメモリ12には、3次元CAD装置1において製品の3次元CADモデルをモデリングさせる設計プログラム及びモデリングされた3次元CADモデルの3次元CADデータをIGES又はSTEP等のデータ交換フォーマットにより変換させて3次元CAM装置2に送らせるプログラムなどが記憶されている。

【0031】一方、3次元CAM装置2は、3次元CAD装置1からの3次元CADデータを受け取り、この3次元CADデータからNC加工機5を動作させてNC加工を行うためのNCデータを作成する機能を有するもので、展開処理部20、加工事前検討部21、干渉報知部22、回避策入力部23、加工工程検討部24、履歴格納部25、加工パス作成部26、NCデータ作成部27、CAD表示部28、プログラムメモリ29を有している。

【0032】展開処理部20は、3次元CAD装置1からの3次元CADデータをIGES又はSTEP等のデータ交換フォーマットにより変換したデータから製品の展開を行ってその展開データを求め、この展開データをCAM表示部29のCAM画面上に表示する機能を有している。

【0033】加工事前検討部21は、加工パスの作成の前に事前に、3次元CAD装置1から受け取った3次元CADデータによって指示される形状を創成するために必要となるNC加工機5及びこのNC加工機5に取り付けられた工具と被加工物との干渉チェックを行う機能を有している。この加工事前検討部21は、工具と被加工物との干渉チェックに限らず、被加工物とNC加工機5を含む加工機械系全体との干渉チェック、すなわち治具、工具ホルダ、主軸頭、テーブル回転時又は工具自動交換時の機械の動きの干渉チェックを行う機能を有している。この加工事前検討部21は、干渉チェックを、被加工物と工具を含む加工機械系全体の3次元モデルを読み出し、この3次元モデルを3次元CADデータに基づいて動作させて干渉チェックを行う機能を有している。

【0034】干渉報知部22は、加工事前検討部21による事前検討の結果、被加工物と加工機械系全体との間に干渉があると、この干渉部分を、例えばCAM表示部28の表示画面上において干渉発生のエラーメッセージの表示機能、及び被加工物と工具を含む加工機械系全体の3次元モデルに対する干渉部分を干渉していない部分と区分可能な所定の色(例えば赤色)で表示する機能を有している。

【0035】回避策入力部23は、加工事前検討部21による事前検討の結果を参照して製造技術者から対話形式で入力される干渉回避のための回避策、例えば工具に関する変更、加工機に関する変更、干渉の発生しない加工方法、干渉回避のための補助線又は補助形状のデータを入力可能とする機能を有している。

【0036】例えば、補助線は、次の通りに入力される。図3(a)(b)は3次元モデルを動かしたときの被加工物30と主軸31に取付けられた工具32とが干渉したときの位置関係を示しており、同図(a)はNC加工機5の主軸31の方向から見た正面図、同図(b)は側面図である。工具32には、カッター33が取付けられている。なお、34は工具ホルダーである。

【0037】このように被加工物30と工具32との干渉を回避するための図3(d)に示すようにCAM表示部28の表示画面上において補助線Fが所定のクリアランスを持たせるようにして引かれる。この補助線Fは、工具32に付いているカッター33が被加工物30に衝突しない位置に設定されている。この補助線Fのデータは、被加工物30と工具32との干渉を回避するために3次元CADデータに対する属性情報として付加され、加工パスを自動設定する際のNC加工機5の主軸31の動きを規制するものとなる。補助線Fは、自由曲線でもよい。

【0038】加工工程検討部24は、3次元CADデータから全ての加工要素を抽出し、これら抽出された加工部位の各形状特徴に基づいて少なくとも加工フィーチャー及び加工方向を編集・最適化して部品全体の加工工程リストを決定するもので、その編集項目は、加工フィーチャー及び加工方向の変更、加工工程リスト上の順番の変更、複数の加工フィーチャーを結合して別の加工フィーチャーの作成、加工工程及び加工姿勢に基づいて加工要素別に加工フィーチャーの並び替え、又は加工要素別に加工機械の指定となっている。

【0039】従って、加工工程検討部24は、3次元CADデータから抽出された複数の加工部位に対し、これら加工部位の形状特徴から加工方向を決定し、この加工方向に基づいて少なくとも部品を加工するための工具と加工部位との干渉の有無及び段取りの回数を判断し、加工部位に対する加工方向及び加工方法の変更を行い、かつ複数の加工姿勢及び工程を経て加工される部品に対して最適な加工姿勢及び加工工程の決定を支援する機能を有している。

【0040】なお、加工工程検討部24は、加工部位の形状特徴から加工面の法線ベクトルに基づいて加工方向を決定する機能を有している。

【0041】この加工工程検討部24は、対話形式で編集・最適化するために上記編集項目を表の形式でCAM表示部28の画面上にディスプレイ表示する機能を有している。

【0042】履歴格納部25は、加工部位の形状的な特徴に基づいて少なくとも加工フィーチャー及び加工方向を編集・最適化した経過を示す情報を履歴として加工検討データベース8に格納する機能を有している。

【0043】又、履歴格納部25は、後述するように加工パスから作成されたNCデータに従ったNC加工機械5による実加工の結果に応じて変更した情報を加工検討データベース8に追記する機能を有している。

【0044】加工パス作成部26は、展開処理部20により得られた展開データ、又は回避策入力部23により入力された干渉回避のための回避策として例えば補助線の付加された展開データ、さらには加工工程検討部24により決定された最適な加工姿勢、加工経路及び加工フィーチャーに基づいてNC加工機5における工具、例えば低精度ッターのパス（加工パス）を計算する機能を有している。

【0045】NCデータ作成部27は、加工パス作成部26により作成された加工パスを受、この加工パスからNC加工機5を動作させてNC加工を行うためのNCデータを作成する機能を有している。

【0046】プログラムメモリ29は、コンピュータにより読み取り可能なものである。このプログラムメモリ29には、3次元CADデータからNC加工機5を動作させてNC加工を実行させるためのNCデータを作成させるプログラム、3次元CADデータから製品の展開を行ってその展開データを求めさせ、この展開データをCAM表示部28の表示画面上に表示させるためのプログラム、被加工物と工具を含む加工機械系全体の3次元モデルを作成させ、この3次元モデルを3次元CADデータに基づいて動作させてNC加工機5における被加工物とNC加工機5を含む加工機械系全体との干渉チェックを実行させるプログラム、被加工物と加工機械系全体との間に干渉が検知された場合に干渉を報知すると共に、この干渉相当部分を明示させるプログラム、工具に関する変更、NC加工機5に関する変更、干渉回避のための補助線又は補助形状を入力させるプログラムが記憶されている。

【0047】又、プログラムメモリ29には、部品の3次元CADデータに基づいて被加工物を加工するための加工パスを作成するときに、3次元CADデータから全ての加工部位を抽出させ、これら加工部位の形状特徴に基づいて少なくとも加工フィーチャー及び加工方向を編集・最適化させて加工工程を決定させ、この決定された加工工程に基づいて加工パスを作成させるプログラムが記憶されている。

【0048】上記CAD/CAMファイルサーバ3は、3次元CAD装置1からの3次元CADデータを受け取って保管し、かつ3次元CAM装置2からの読取り指示を受けて保管している3次元CADデータを読み出して3次元CAM装置2に渡す機能を有している。

【0049】又、CAD/CAMファイルサーバ3は、3次元CAM装置2により生成されるNCデータを加工データベース7に保管しており、データ転送システム4からの読取り指示を受けることにより加工データベース7に保管されているNCデータを読み出してデータ転送システム4に渡す機能を有している。

【0050】このデータ転送システム4は、加工データベース7に保管されているNCデータを各種NC加工機5に応じたフォーマットに変換して、NC加工機5に転送する機能を有している。

【0051】次に、上記の如く構成されたシステムの作用について図5に示すNCデータ作成までの流れを示す図に従って説明する。

【0052】3次元CAD装置1は、3次元CADモデル作成部10が提供するユーザインタフェースにより設計者との対話的に行って3次元CADモデル（製品モデル）のモデリングを行う。この製品設計は、設計者との対話形式によって3次元CAD装置1に予め登録されている複数の3次元CADモデルの中から所望の3次元CADモデルを読み出すことによって行われる。この設計者との対話形式による3次元CADモデルのモデリング中、この3次元CADモデルは、その製品の形状データに基づいて設計者との対話形式の操作とともにCAD表示部11に表示される。

【0053】次に、3次元CAD装置1は、モデリングした3次元CADモデルを標準化、すなわちIGES又はSTEP等のデータ交換フォーマットにより変換してCAD/CAMファイルサーバ7に送る。

【0054】このCAD/CAMファイルサーバ7は、3次元CAD装置1からの3次元CADデータを受け取り、加工データベース7に保管する。

【0055】一方、3次元CAM装置2からCAD/CAMファイルサーバ3に対して3次元CADデータの読取り指令が入力されると、このCAD/CAMファイルサーバ3は、保管されているIGES又はSTEP等のデータ交換フォーマットにより変換された3次元CADデータを読み出して3次元CAM装置3に渡す。

【0056】この3次元CAM装置2は、CAD/CAMファイルサーバ3から受け取った3次元CADデータをこの3次元CAM装置2独自のフォーマットに変換する。

【0057】次に、3次元CAM装置2の展開処理部20は、独自のフォーマットに変換した3次元CADデータから製品の展開を行ってその展開データを求め、この展開された3次元CADデータをCAM表示部28の表示画面上に表示する。

【0058】又、3次元CAM装置2は、3次元CAD装置1から3次元CADデータを受け取ると製造技術者との対話インタフェースを提供し、ここにおいて加工部位、加工フィーチャー、表面粗さなどの3次元CADデ

ータに関する付加情報の入力を受け付ける。製造技術者は、製品の部品形状と加工部位及びこれらに関する付加情報を把握し、使用するNC加工機5を選定し、工程や段取りを決定する。又、製造技術者は、個々の加工部位に対し、選定されたNC加工機5を用いての加工方法やNC加工機5に使用する工具や加工条件等を含む加工法案を、検討・作成する。

【0059】次に、加工パスを作成する前に加工に対する事前検討が行われる。加工事前検討部21は、加工検討機能メニュー又はアイコンの操作を受けて、被加工物とNC加工機5を含む加工機械系全体の中の加工部分の3次元CADデータを読み出し、加工法案に従って座標を合せて、同一の座標系内で各データを展開し、これを表示させ、加工法案に基づく加工工程に従ってCAM表示部28の表示画面上で3次元CADモデルの姿勢を回転、移動させ、加工部位に工具を動かす。

【0060】この加工事前検討部21は、3次元CADモデルの姿勢を回転、移動させ、加工部位に工具を動かしたとき、その動きに基づいて3次元モデル同士を演算して干渉の有無をチェックしている。この干渉チェックは、例えば3次元CADモデルを動かしたときに上記図3(a)(b)に示すように被加工物30と工具32とであれば、工具32を加工開始位置まで回転移動させたときの cutter 33の先端の軌跡が被加工物30に干渉するか否かを判断するものとなる。

【0061】この干渉チェックの結果、被加工物30と主軸31に取付けられた工具32とが干渉したことが検出されると、干渉報知部22は、図3(c)に示すように干渉部分を元のモデルの表示色とは異なる所定の色例えば赤色でCAM表示部28に表示する。

【0062】干渉が確認された場合、製造技術者から対話形式で干渉回避のための回避策、例えば工具に関する変更、加工機に関する変更、干渉の発生しない加工方法、干渉回避のための補助線又は補助形状が3次元CADデータの属性情報として入力される。すなわち、回避策入力部23は、上記図3(a)(b)に示す被加工物30と工具32との干渉であれば、上記図3(d)に示すようにCAM表示部28の表示画面上において、NC加工機5の主軸の動きを規制するための補助線Fが引かれる。なお、この補助線Fも所定の色、例えば青色で引かれる。なお、ここにおいて加えられる線情報は、3次元CADデータの形状データとは異なるため、形状に関する情報は不変である。

【0063】このように3次元的に被加工物と工具を含む加工機械系全体との干渉の事前検討が終了すると、次に、加工工程の検討が行われる。

【0064】製造技術者の指示によって加工工程検討部24が動作する。まず、加工工程検討部24は、3次元CADデータから全ての加工部位を抽出する。

【0065】次に、加工工程検討部24は、抽出した個

々の加工部位のそれぞれの形状特徴、例えば加工面の法線ベクトルと形状から穴加工、ポケット加工、輪郭加工、面加工等の加工フィーチャーと、加工方向すなわち工具の軸方向を判断する。

【0066】次に、加工工程検討部24は、個々の加工部位のそれぞれの加工フィーチャーと加工方向とを互いに関連付けると共に、リスト化し、加工工程リストとしてCAM表示部28に表示する。

【0067】図6は初期状態の加工工程リストの模式図である。この加工工程リストには、NC加工機、段取り姿勢（加工姿勢）、加工面加工フィーチャー、工程分解、補助線、その他などが互いに関連付けられた一つの加工要素の全加工部位についての集合としてリスト化され、記述されるようになっている。なお、加工フィーチャーには、例えば座ー11、座グリー11、座グリー12、…、高精度穴、ポケットー21、ポケットー22、低精度穴ー21などが記述されている。加工には、「1」「2」「3」などが記述され、これら「1」「2」「3」によりそれぞれ加工方向を表わしている。なお、他の記述は煩雑になることから省略する。

【0068】製造技術者は、3次元CAD装置1のCAD表示部11に表示された部品の3次元形状を見ながら、加工部位の確認と概略の加工法案を検討する。この検討を元にして、3次元CAM装置2のCAM表示部28に表示された例えば図6に示すような加工工程リストを編集する。

【0069】すなわち、加工工程検討部24は、加工工程リストに対して、加工フィーチャー及び加工方向の変更、加工工程リスト上の順番の変更、複数の加工フィーチャーを結合して別の加工フィーチャーの作成、加工工程及び加工姿勢に基づいて加工工程別に加工フィーチャーの並び替え、又は加工工程別に加工機械の指定を行って編集する。

【0070】従って、加工工程検討部24は、3次元CADデータから抽出された複数の加工部位に対し、これら加工部位の形状特徴から加工方向を決定し、この加工方向に基づいて少なくとも部品を加工するための工具と加工部位との干渉の有無及び加工姿勢の回数を判断し、加工部位に対する加工方向及び加工方法の変更を行い、かつ複数の加工姿勢及び工程を経て加工される部品に対して最適な加工姿勢及び加工工程を決定する。

【0071】図7は編集後の加工工程リストを示す模式図である。この加工工程リストでは、加工フィーチャー毎に纏められ、かつ変更内容が記述されている。例えば、加工フィーチャーとして座、低精度穴、高精度穴、座グリ、ポケット、M4、輪郭、座、低精度穴の順にリストアップされている。又、変更内容としては、例えばポケットー21に対して加工面2→1、3面開放ポケットが記述され、ポケットー22に対して加工面2→1、3面開放ポケットが記述され、M4ー41に対して加工

面4→8が記述され、M4ー42に対して加工面4→8が記述されている。

【0072】次に、履歴格納部25は、加工部位の形状特徴に基づいて加工フィーチャー及び加工方向などを編集・最適化した履歴を加工検討データベース8に格納する。

【0073】以上のようにして加工工程リストの編集・最適化が終了すると、加工パス作成部26は、展開処理部20により得られた展開データ、又は回避策入力部23により入力された干渉回避のための回避策として例えば補助線の付加された展開データ、さらには加工工程検討部24により決定された最適な加工姿勢及び加工工程に基づいてNC加工機5における工具、例えば低精度ツターのパス（加工パス）を計算する。

【0074】NCデータ作成部27は、加工パス作成部26により作成された加工パスを受、この加工パスからNC加工機5を動作させてNC加工を行うためのNCデータを作成する。

【0075】このように3次元CAM装置2で作成されたNCデータは、CAD/CAMファイルサーバ3に送られ、このCAD/CAMファイルサーバ3の加工データベース7に保管される。

【0076】そして、データ転送システム4からCAD/CAMファイルサーバ3に対して読取り指示が送られると、このCAD/CAMファイルサーバ3は、加工データベース7に保管されているNCデータを読み出してデータ転送システム4に渡す。

【0077】このデータ転送システム4は、加工データベース7に保管されているNCデータを各種NC加工機5に応じたフォーマットに変換して、該当するNC加工機5に転送する。このNC加工機5は、NCデータに従って被加工物に対するNC加工を実行するものとなる。

【0078】実際にNC加工を実行すると、例えば部品の加工中にビビリや加工変形等の不具合が発生することがある。このような不具合が発生すると、加工現場では、不具合を回避するために加工条件、例えば工具の回転数、テーブルの送り速度、切り込み量などを変更する場合がある。

【0079】このような場合、製造技術者によって加工現場で加工条件の変更の情報が入力されるので、履歴格納部25は、この実加工の結果である加工現場で加工条件、例えば工具の回転数、テーブルの送り速度、切り込み量などの変更の情報を加工検討データベース8に追記して、履歴情報化する。

【0080】このように上記一実施の形態においては、3次元CADデータから全ての加工部位を抽出し、これら加工部位の形状特徴に基づいて少なくとも加工フィーチャー及び加工方向を編集・最適化して加工工程リストを決定し、この決定された加工工程リストに基づいて加工パスを作成するようにしたので、加工部位が複数箇所

でかつ複数種類あり、これら複数の加工部位を加工するために複数の加工姿勢（段取り）を使用したり、さらに複数の加工機械を使用する部品を加工する場合、複数の加工部位を複数の工具、段取り、加工機械を使用して加工する加工パスを作成でき、加工パス作成の前に、製造技術者が部品に対する加工部位を全て把握し、それらを加工するための加工姿勢と、使用するNC加工機械5を検討して加工法案を作成し、これを元に個々の加工部位の加工パスを作成し、これを連結して一連の加工に対する加工パスを作成するという従来技術で必要であった時間と労力が不要となる。又、従来技術のように個々に加工パスを単に連結したため発生していた他の加工部位へ移る場合での工具干渉、及びこの工具干渉を避けるために無駄な動きを含む加工パスの作成を改善できる。

【0081】又、加工部位の形状特徴に基づいて少なくとも加工フィーチャー及び加工方向を編集・最適化した履歴を加工検討データベース8に格納するので、ベテランの製造技術者のノウハウをドキュメントとして残すことができる。

【0082】又、加工パスから作成されたNCデータに従ったNC加工機械5による実加工の結果に対する加工現場で加工条件の変更の情報を加工検討データベース8に追記するので、実際の加工を含めたノウハウを蓄積できる。

【0083】

【発明の効果】以上詳記したように本発明によれば、複数の加工部位を有する部品の加工に対して、複数の加工姿勢及び複数の加工機械を使用して加工するための最適な加工パスを作成できる加工パス作成方法、3次元CAM装置を提供できる。

【0084】又、本発明によれば、複数の加工部位を有する部品の加工に対して、複数の加工姿勢及び複数の加工機械を使用して加工するための最適な加工パスを作成するためのプログラムを記憶したコンピュータにより読み取り可能な記憶媒体を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係わる3次元CAD/CAMシステムの一実施の形態を適用したNC加工システムの全体構成図。

【図2】本発明に係わる3次元CAD/CAMシステムの一実施の形態における3次元CAD装置及び3次元C

AM装置の機能ブロック図。

【図3】本発明に係わる3次元CAD/CAMシステムの一実施の形態における3次元モデルを動かしたときの被加工物と主軸に取付けられた工具とが干渉したときの位置関係を示す図。

【図4】本発明に係わる3次元CAD/CAMシステムの一実施の形態におけるNCデータ作成までの流れを示す図。

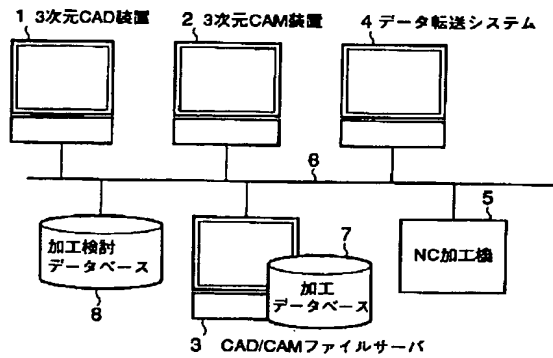
【図5】本発明に係わる3次元CAD/CAMシステムの一実施の形態における初期状態の加工工程リストの模式図。

【図6】本発明に係わる3次元CAD/CAMシステムの一実施の形態における編集後の加工工程リストを示す模式図。

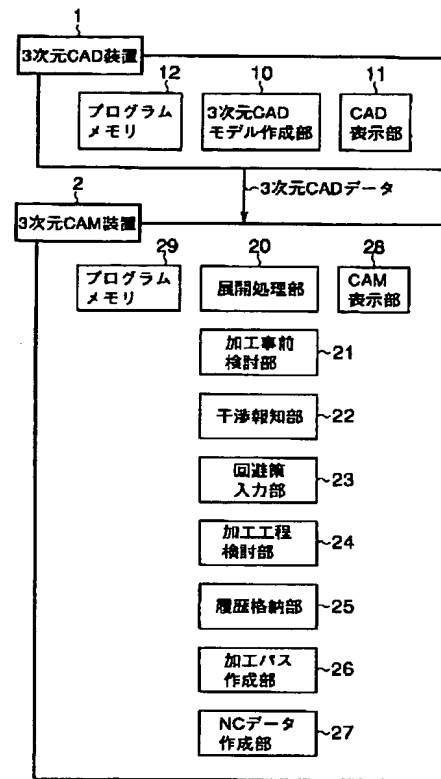
【符号の説明】

- 1：3次元CAD装置
- 2：3次元CAM装置
- 3：CAD/CAMファイルサーバ
- 4：データ転送システム（DNC）
- 5：NC加工機
- 6：通信回線
- 7：加工データベース
- 8：加工検討データベース
- 10：3次元CADモデル作成部
- 11：CAD表示部
- 12：プログラムメモリ
- 20：展開処理部
- 21：加工事前検討部
- 22：干渉報知部
- 23：回避策入力部
- 24：加工工程検討部
- 25：履歴格納部
- 26：加工パス作成部
- 27：NCデータ作成部
- 28：CAD表示部
- 29：プログラムメモリ
- 30：被加工物
- 31：主軸
- 32：工具
- 33：カッター

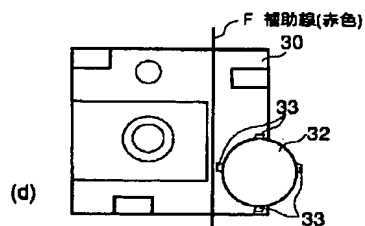
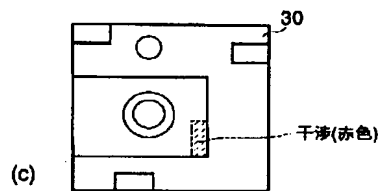
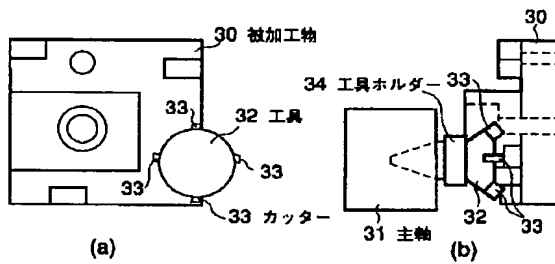
【図1】



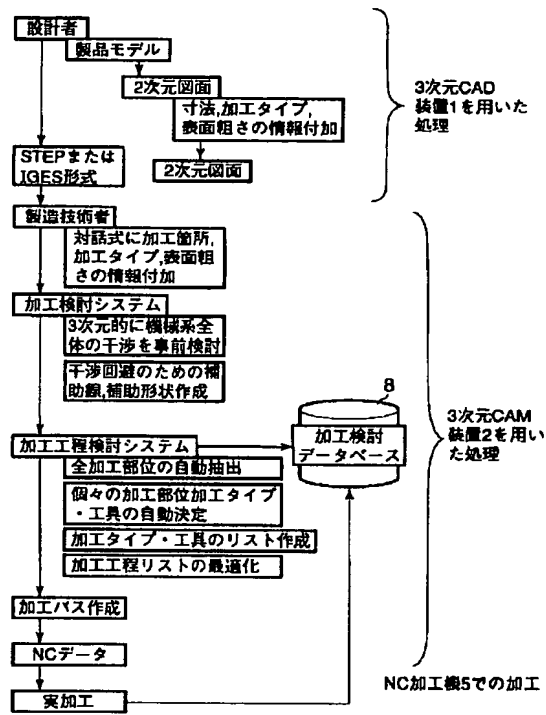
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

初期状態の加工工程リスト

| 加工機 | 旋取り姿勢 | 加工面 | 加工フィーチャ | ヘア | GR | 工程分解 | 工程分解 | 工程分解 | 補助線 | データ、その他 |
|-----|-------|-----|---------|----|----|------|------|------|-----|---------|
| | | 1 | 座-11 | | | | | | | |
| | | 1 | 座ケリ-11 | | | | | | | |
| | | 1 | 座ケリ-12 | | | | | | | |
| | | 1 | 座ケリ-13 | | | | | | | |
| | | 1 | 低精度穴-11 | | | | | | | φ18 |
| | | 1 | 高精度穴 | | | | | | | φ18H8 |
| | | 1 | 高精度穴 | | | | | | | φ18H8 |
| | | 2 | キット-21 | | | | | | | |
| | | 2 | キット-22 | | | | | | | |
| | | 2 | 低精度穴-21 | | | | | | | φ14 |
| | | 2 | 低精度穴-22 | | | | | | | φ14 |
| | | 3 | 座-31 | | | | | | | |
| | | 3 | 座-32 | | | | | | | |
| | | 3 | 座-33 | | | | | | | |
| | | 3 | 座-34 | | | | | | | |
| | | 3 | 座-35 | | | | | | | |
| | | 3 | 低精度穴-31 | | | | | | | φ18 |
| | | 3 | 低精度穴-32 | | | | | | | φ18 |
| | | 3 | 低精度穴-33 | | | | | | | φ18 |
| | | 3 | 低精度穴-34 | | | | | | | φ18 |

【図6】

| 組立後の加工工程リスト | | | | | | | | | | |
|-------------|-----------|-----|---------|-----|-----|-----------|---------|-------|-------|---|
| 加工 機械 | 段取り 番号 | 加工面 | 加工フィーチャ | α° | GR | 工程分解1 | 工程分解2 | 工程分解3 | 補助線 | その他 |
| | 1 | 1 | 座-11 | | | 座面φ100FML | | | | |
| | 1 | 1 | 低精度穴-11 | | センタ | ドリル | | | | φ18 |
| | 1 | 1 | 高精度穴-11 | | センタ | ドリル | リーマ | | | φ18H7 |
| | 1 | 1 | 高精度穴-12 | | センタ | ドリル | リーマ | | | φ18H7 |
| | 1 | 1 | 座φ11-11 | | サクリ | | | | | |
| | 1 | 1 | 座φ11-12 | | サクリ | | | | | |
| | 1 | 1 | 座φ11-13 | | サクリ | | | | | |
| | 1 | 1 | 穴φ21-21 | | サクリ | 仕上げ | | | | 加工面2→1,3面解放φ21 |
| | 1 | 1 | 穴φ21-22 | | 荒 | 仕上げ | | | | 加工面4→1,3面解放φ21 |
| | 1 | 8 | M4-41 | | センタ | 下穴 | タツ | | | 加工面4→8 |
| | 1 | 8 | M4-42 | | センタ | 下穴 | タツ | | | 加工面4→8 |
| | 1 | 6 | M4-61 | | センタ | 下穴 | タツ | | B=9° | |
| | 1 | 7 | M4-71 | | センタ | 下穴 | タツ | | B=27° | |
| | 2 | 3 | 輪郭-201 | G41 | | 荒(側面) | 仕上げ(側面) | | 補助41 | 座-41(45), 座-42(46), 座-43(47), 座-44(48), 座-45(49), 加工面4→3,輪郭加工, グループ7'集結 |
| | 2 | 3 | 座-202 | G31 | | 荒 | 仕上げ | | 補助31 | 座-31(12), 座-32(13), 座-33(14), 座-34(15), 座-35(16), グループ7'集結 |
| | 2 | 3 | 低精度穴-31 | | センタ | ドリル | | | | φ18 |
| | 2 | 3 | 低精度穴-32 | | センタ | ドリル | | | | φ18 |
| | 2 | 3 | 低精度穴-33 | | センタ | ドリル | | | | φ18 |
| | 2 | 3 | 低精度穴-34 | | センタ | ドリル | | | | φ18 |
| | 2 | 3 | 高精度穴-35 | | センタ | ドリル | | | | φ18 |